Journal of Agricultural Machinery
Vol. 10, No. 2, Fall- Winter 2020, p. 361-373

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۹، ص ۳۷۳-۳۶۱

انتخاب مناسب‌ترین نوع سالن مرغداری از نظر مصرف انرژی در استان خوزستان

حسین وکیلی[۱]، مصطفی کیانی ده کیانی[۲*]، مازیار چنگیزیان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۰۴

چکیده

صنعت طیور یکی از بزرگ‌ترین و توسعه‌یافته‌ترین صنایع موجود در کشور است و بررسی میزان انرژی مصرفی در مرغداری‌ها یکی از مهم‌ترین مسائل در پرورش مرغ می‌باشد. تحقیق حاضر به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین نوع سالن مرغداری از نظر مصرف انرژی در استان خوزستان در سال ۱۳۹۶ انجام گرفت. ابتدا با طراحی پرسشنامه و قرار دادن آن در اختیار مرغداران شهرهای مختلف استان (نماینده‌های اقلیم‌های مختلف)، اطلاعات مورد نیاز نرم‌افزار کریر به‌منظور محاسبه بارهای حرارتی و برودتی به‌دست آمد. سپس تاثیر اجزای مختلف سالن‌های مرغداری رایج در استان (آجری، بلوکی و پنل مرسوم) بر این بارها مورد بررسی قرار گرفت و اجزا با کمترین بارهای حرارتی و برودتی به‌عنوان اجزای سالن پیشنهادی معرفی گردید. برای مقایسه مصرف انرژی، ظرفیت همه‌ی سالن‌ها یکسان (۲۰۰۰۰ قطعه) در نظر گرفته شد. در مقایسه بار حرارتی سالن‌های مورد مطالعه، مشاهده گردید که سالن‌های بلوکی با ۸۹۱۵۲۵ کیلوژول در ساعت بیشترین بار حرارتی و سالن‌های پیشنهاد شده در این تحقیق با ۳۰۹۰۶۸ کیلوژول در ساعت کمترین بار حرارتی را داشتند. همچنین سالن‌های بلوکی با ۱۶۰۴۸۲۸ کیلوژول در ساعت بیشترین بار برودتی و سالن‌های معرفی شده در این تحقیق با ۳۳۰۷۹۵ کیلوژول در ساعت کمترین بار برودتی را داشتند. به‌طور کلی میانگین بارهای حرارتی و برودتی برای سالن پیشنهادی نسبت به نوع بلوکی و آجری به‌ترتیب ۲۹/۶ و ۱۸/۲۴ درصد کمتر بود. تفاوت هزینه ساخت سالن پیشنهادی و آجری (مرسوم‌ترین سالن در استان) معادل ۲۸ /۹ میلیون تومان بود که با مقایسه تفاوت هزینه انرژی مصرفی در آن‌ها (۱۱/۷۲۶ میلیون تومان) این مبلغ پس از ۲ سال و ۵ ماه جبران شده و از آن به بعد به‌عنوان سود سرمایه‌گذاری به حساب می‌آید.

واژه‌های کلیدی: بار برودتی، بار حرارتی، مصالح ساختمان، مقایسه اقتصادی، نرم‌افزار کریر

مقدمه

کشاورزی یکی از بخش‌های اساسی در مصرف انرژی به‌شمار می‌آید. با توجه به افزایش جمعیت و بالارفتن سطح کیفی زندگی بشر، تقاضا برای محصولات کشاورزی افزایش یافته و در نتیجه آن مصرف انرژی در این بخش نیز افزایش یافته است. صنعت طیور به‌عنوان یکی از زیر بخش‌های عمده کشاورزی از این قاعده مستثنا نیست. محدود بودن منابع انرژی (سوخت‌های فسیلی) و افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از استفاده از آن‌ها، باعث ترغیب نمودن بشر برای استفاده بهینه و صرفه‌جویی در این منابع شده است (AlQdah, 2010; Kythreotou *et al.*, 2011; Rajaniemi and Ahokas, 2012). با توجه به حساسیت طیور در دوره رشد نسبت به عواملی مانند دما، تهویه و رطوبت، طراحی سالن‌های مرغداری از این لحاظ و از جهت مصرف انرژی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Kochakzadeh and Tajari, 2015; Wang *et al.*, 2018).

امروزه با توجه به اهمیت روزافزون انرژی و تاثیر این نهاده بر قیمت نهایی محصول، انتخاب مصالح و اجزای سالن‌های مرغداری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. سالن‌های مرغداری به دو دسته سالن‌های باز و سالن‌های بسته تقسیم می‌شوند. سالن‌های بسته سالن‌هایی هستند که در آن‌ها، شرایط محیطی، مطابق با احتیاجات طیور قابل کنترل می‌باشد. در این سالن‌ها، انتخاب مصالح و اجزای سالن (درب، پنجره و غیره) از حساسیت بیشتری نسبت به نوع باز برخوردار می‌باشند (Mostashari Mohases, 2017). با توجه به شرایط آب و هوایی استان خوزستان تقریباً تمام سالن‌های که در این استان استفاده می‌شود، از نوع بسته می‌باشند. مرغداری‌های استان خوزستان در فصول گرم دارای بار برودتی زیادی می‌باشند که در صورت انتخاب نامناسب مصالح و اجزای سالن، تلفات انرژی زیاد می‌شود و در نهایت قیمت گوشت نیز افزایش می‌یابد.

تحقیقات زیادی در زمینه مصرف انرژی در مرغداری‌ها انجام شده است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره شده است. در تحقیقی تجزیه و تحلیل سهم نهاده‌های مختلف در پرورش مرغ گوشتی در شهرستان مشهد انجام شد. نتایج نشان داد که سوخت مصرفی بیشترین سهم در میان نهاده‌ها به خود اختصاص داده است (Sadrnia *et al.*, 2017). در تحقیقی دیگر، مقایسه مصرف انرژی و کارایی واحدهای پرورش مرغ گوشتی و تخم‌گذار استان البرز انجام گردید. نتایج نشان داد که

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲- استادیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۳- استادیار، گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: m.kiani@scu.ac.ir)
DOI: 10.22067/jam.v10i2.77393

در واحدهای گوشتی سوخت بیشترین سهم را در انرژی ورودی داشتند (Vahedi and Younesi Almoti, 2017). پاینده و همکاران در بررسی شاخص‌های مصرف انرژی پرورش مرغ گوشتی در شهرستان نجف آباد گزارش نمودند که سوخت مصرفی با ۵۷/۳۶ درصد بالاترین سطوح مصرف انرژی را به خود اختصاص دادند. آن‌ها همچنین گزارش نمودند که مصرف سوخت در واحد مورد تحقیق به‌ازای هر جوجه ۱/۷۱ لیتر بود که میزان مصرف حدود ۰/۹۱ لیتر بیشتر از سهمیه‌بندی پیشنهادی سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت می‌باشد. آن‌ها عمده دلایل بالا بودن میزان مصرف را وضعیت فیزیکی سالن‌ها، سامانه گرمایشی و نحوه تهویه سالن‌ها عنوان کردند (Payandeh *et al.*, 2016). در پژوهشی، کارآیی انرژی واحدهای پرورش مرغ گوشتی در ۲۸ استان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که تنها واحدهای ۶ استان (بوشهر، زنجان، قزوین، گلستان، مازندران و هرمزگان) از کارآیی برخوردارند (Hasani *et al.*, 2013). در پژوهشی دیگر که توسط اسکندر و همکاران در شهرستان اردبیل بر انرژی مصرفی مرغ گوشتی انجام گردید، سوخت مصرفی بیشترین سهم (۵۱/۵۸) در میان نهاده‌های انرژی به خود اختصاص داد (Eskandar *et al.*, 2015). تحقیقات ذکر شده نشان می‌دهد که مصرف سوخت در مرغداری‌ها بیشترین سطح انرژی مصرفی را به خود اختصاص داده است. مصرف سوخت در مرغداری‌ها عمدتاً برای سرمایش و گرمایش این سالن‌ها استفاده می‌شود و یکی از دلایل عدم کارایی انرژی واحدهای مرغداری می‌تواند مربوط به ساختمان و اجزای سازنده آن باشد. بنابراین بررسی بارهای حرارتی و برودتی سالن‌ها و اجزای آن‌ها و به‌کارگیری اجزای مناسب برای جلوگیری از اتلاف انرژی ضروری به نظر می‌رسد. بارهای حرارتی و برودتی ساختمآن‌ها و سالن‌ها را می‌توان با استفاده از نرم‌افزارهای مختلفی (کریر[1]، انرژی پلاست[2]، دیزاین بیلدر[3]، ترنسیس[4] و غیره) محاسبه نمود (Schwab and Simonson, 2004; Swan and Ugursal, 2009; Valade, 2009) که یکی از کارآمدترین و دقیق‌ترین این نرم‌افزارها، نرم‌افزار کریر می‌باشد. تحقیقات زیادی با استفاده از این نرم‌افزار صورت گرفته است (Jafarian *et al.*, 2010; Karbassi *et al.*, 2015; Shekoohi Dehkordi and Farhadian, 2017; Zanganeh *et al.*, 2009).

با توجه به پیشینه موضوع، مصرف انرژی در سالن‌های مرغداری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. بنابراین در این تحقیق تاثیر اجزای مختلف سالن‌ها مرغداری رایج در استان خوزستان بر بارهای حرارتی و برودتی آن‌ها به‌طور مجزا با استفاده از نرم‌افزار کریر مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت و در نهایت اجزای بهینه از نظر مصرف انرژی برای ساخت سالن پیشنهاد گردید. سرانجام مقایسه اقتصادی میان سالن پیشنهادی و سالن آجری به‌عنوان مرسوم‌ترین سالن در استان صورت گرفت

مواد و روش‌ها

در این پژوهش شهرستان‌های ایذه، شوش، آبادان و اندیمشک به‌ترتیب به‌عنوان نماینده اقلیم‌های پر بارش، گرم و خشک، کم بارش با رطوبت نسبی بالا و معتدل و بارشمند استان انتخاب گردید. اطلاعات مربوط به مشخصه‌های سالن از طریق پرسش‌نامه‌ای که به این منظور طراحی شد از مرغداران این شهرستان‌ها اخذ گردید. پرسشنامه طراحی شده با هدف تعیین مشخصات فیزیکی سالن پرورش مرغ‌ها، انواع دستگاه‌های مورد استفاده در فضا، روش تهویه سالن و نیز مقدار سوخت و برق مصرفی طراحی گردید. بر این اساس برای هر یک از ساختمان‌های بررسی شده، موقعیت جغرافیایی سالن، جهت ساختمان، مساحت کل سالن و ابعاد دیوارها و سقف، نوع سازه (آجری، بتنی، فلزی)، تعداد درها و پنجره‌ها و سایر اطلاعات مربوط به هندسه، ابعاد و جنس مربوط به این مرغداری‌ها جمع‌آوری شد. همچنین اطلاعات مربوط به انواع دستگاه‌های موجود در سالن‌ها و نیز روش تامین هوای تازه مرغداری‌ها، روش تامین سرمایش و گرمایش ساختمان و تعداد تجهیزات مرتبط با موارد ذکر شده به‌کمک پرسشنامه‌ها گردآوری شد. شایان ذکر است که با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده، بانک داده‌های مربوط به انواع مرغداری‌های منطقه تکمیل شد و از این اطلاعات به‌عنوان ورودی نرم‌افزار کریر برای محاسبه بارهای سرمایشی و گرمایشی استفاده گردید. همچنین از اطلاعات مربوط به میزان برق و سوخت مصرفی برای صحه‌گذاری نتایج نرم‌افرار استفاده شد. علاوه بر این موارد، اطلاعاتی که مربوط به شرایط بهینه برای پرورش مرغ‌های گوشتی است از جمله: مناسب‌ترین دما، رطوبت و مقدار تهویه مورد نیاز از منابع معتبر در زمینه پرورش طیور استخراج گردید (Bagi, 2015; Lotfipour, 2008). نرم‌افزار کریر یکی از قدیمی‌ترین و در عین حال جامع‌ترین نرم‌افزارهای موجود جهت محاسبات بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان‌ها با کاربردهای مختلف می‌باشد. مزیت اصلی کریر به سایر نرم‌افزارها، ساختار ساده و در عین حال گزارشات بسیار دقیق و کاربردی این نرم‌افزار است. این نرم‌افزار قدرتمند، امکانات بسیار زیاد و کاربردی را در عین سادگی و کاربری آسان در اختیار مهندسان تاسیسات و مکانیک قرار می‌دهد. در کشور ما نیز این نرم‌افزار مورد تایید سازمان نظام مهندسی است. با توجه به اطلاعات به‌دست آمده، این پژوهش برای سه نوع سالن مرسوم در استان (بلوکی، آجری و پنل مرسوم) در قالب یک سالن مستطیل شکل به ابعاد ۸۵ متر طول و ۱۶ متر عرض در نظر گرفته شده که از ابعاد رایج مورد استفاده

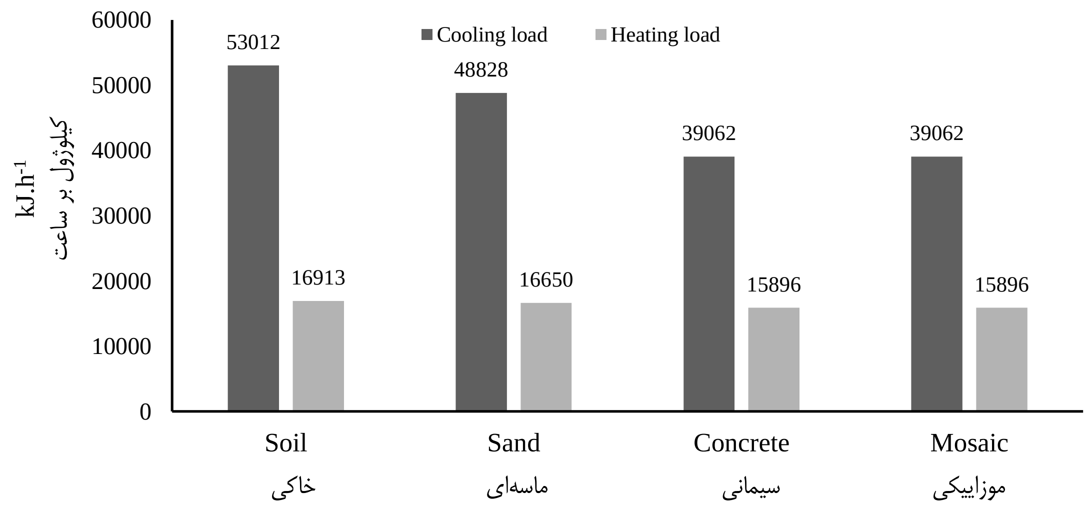
1- Carrier
2- Energy plus
3- Design Builder
4- Transys

سالن‌هاست و ظرفیت این سالن‌ها ۲۰۰۰۰ قطعه مرغ گوشتی است. از آن‌جایی‌که هدف بررسی تاثیر مصالح مختلف به‌کار رفته در ساختمان بر بارهای حرارتی و برودتی آن بود، یک ساختمان نمونه در یک منطقه جغرافیایی (در اینجا شوش) در نرم‌افزار طراحی شد و با تغییر پارامترهای مربوط به اجزای سالن، این بارها محاسبه و مقایسه گردید و اجزای با کمترین بارهای برودتی و حرارتی به‌عنوان اجزای سالن پیشنهادی در نظر گرفته شد. همچنین در پایان هزینه ساخت سالن‌های مختلف بر اساس قیمت روز محاسبه گردید. با به‌دست آوردن میانگین بارهای حرارتی و برودتی میان مرسوم‌ترین سالن در استان (آجری) و سالن پیشنهادی، تحلیل اقتصادی انجام شد (به دلیل حجم بالای مطالب از آوردن جداگانه بارها برای شهرستان‌های مختلف صرف‌نظر شد). بدین صورت که تفاوت هزینه ساخت دو سالن و تفاوت انرژی مصرفی محاسبه و مقایسه گردید. در محاسبه قیمت سالن، استهلاک سالیانه آن از طریق روش خطی مستقیم محاسبه شد.

نتایج و بحث

بارهای حرارتی و برودتی کف سالن‌های مرغداری

کف در سالن‌های مرغداری و هر نوع سالن دیگر یکی از بسترهایی است که تبادلات حرارتی از طریق آن انجام می‌گیرد. کف ممکن است دارای انواع مختلف باشد: کف بدون مصالح سالنی و کف با مصالح سالنی (کف چوبی، کف‌های سیمانی، موزاییکی و غیره) باشد. برای به‌دست آوردن تلفات حرارتی و شاخص‌های آن، بارهای حرارتی و برودتی انواع کف مورد استفاده در سالن‌های مرغداری مورد بررسی قرار گرفت. این بارها در دو بخش حرارتی و برودتی با استفاده از داده‌های منطقه‌ای به کمک نرم‌افزار کریر محاسبه گردید. بر اساس شکل ۱ مشاهده می‌شود که کف‌های ماسه‌ای و خاکی به‌ترتیب با ۴۸۸۲۸ و ۵۳۰۱۲ کیلوژول بر ساعت دارای بیشترین بار برودتی و کف سیمانی و موزاییکی با ۳۹۰۶ کیلوژول بر ساعت کمترین بار برودتی را دارا می‌باشد (هر کیلوژول بر ساعت تقریباً معادل ۰/۲۷۸ وات است). همچنین بار حرارتی این دو کف نسبت به کف‌های ماسه‌ای و خاکی کمتر می‌باشد. کف سیمانی به دلیل قیمت تمام شده کمتر نسبت به کف موزاییکی شرایط بهتری برای انتخاب دارد.



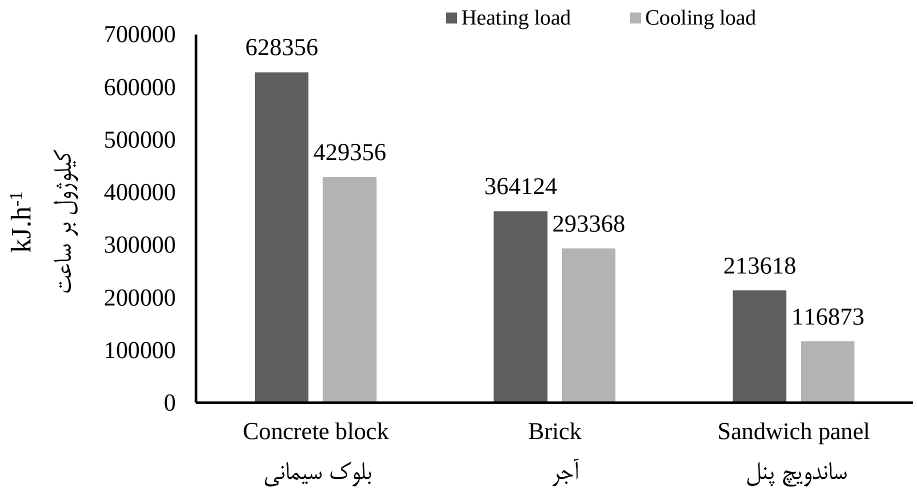
شکل ۱– مقایسه بارهای حرارتی و برودتی برای انواع کف در سالن‌های مرغداری

Fig.1. Comparison of heating and cooling loads for floor types in poultry houses

بارهای حرارتی و برودتی جداره‌های خارجی (دیوارها)

در سالن‌های مرغداری بسته به نوع و شکل سالن، دیوارها متفاوت می‌باشند. معمولاً دیوار سالن‌های با سقف ساده، کوتاه است و ارتفاع در سالن‌هایی که دارای سقف دوگانه هستند، بلندتر می‌باشند. در استان خوزستان به‌طور رایج از ساندویچ پنل، بلوک سیمانی و آجر در جداره‌های سالن استفاده شده است. شکل ۲، بارهای حرارتی و برودتی را برای انواع جدارهای خارجی سالن نشان می‌دهد. مقایسه بارهای حرارتی و برودتی در انواع دیوارهای ساخته شده با مصالح مختلف نشان داد که دیوارهای بلوکی با بیشترین بارهای حرارتی به میزان ۴۲۹۳۵۶ کیلوژول بر ساعت و بیشترین بار برودتی به میزان ۶۵۸۳۵۶ کیلوژول بر ساعت را داشتند، در حالی‌که دیوارهای ساندویچ پنل با ۱۱۶۸۷۳ بر ساعت کمترین بار حرارتی و ۱۲۳۶۱۸ کیلوژول بر ساعت کمترین بار برودتی را دارا بودند. این اختلاف فاحش بارهای حرارتی و برودتی دیوارهای ساندویچ پنلی در مقایسه با دیوارهای

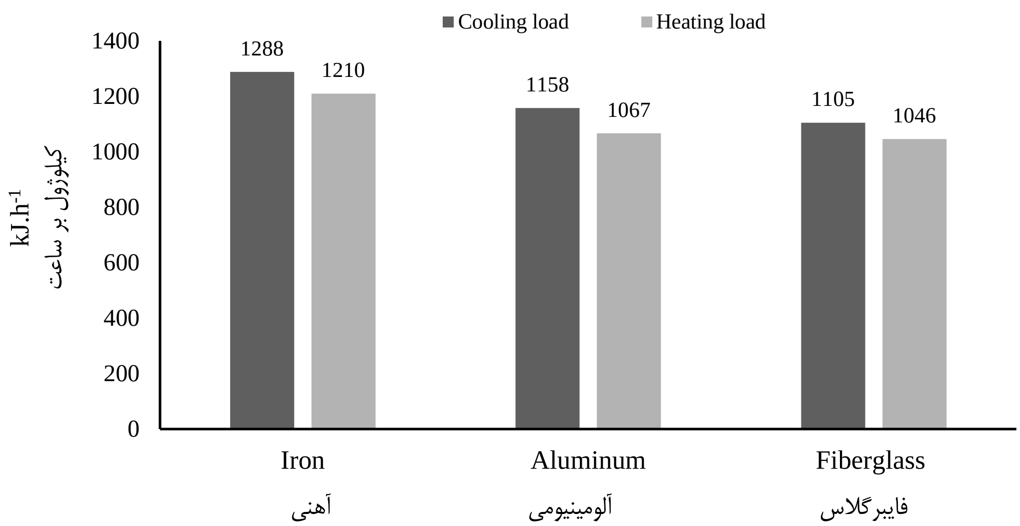
بلوکی و آجری به‌وضوح قابل مشاهده می‌باشد. کمتر بودن بارهای حرارتی و برودتی با توجه به ضریب پایین انتقال حرارت و سرعت بسیار بالای نصب و انجام عملیات دیوارکشی در کنار سبک بودن دیوارها از مهم‌ترین دلایل برتری دیوارهای ساندویچ پنل در انتخاب به‌عنوان مناسب‌ترین نوع دیوار از نظر مصرف انرژی می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۲– مقایسه بارهای حرارتی و برودتی برای مصالح سالنی مختلف در دیوارها
Fig.2. Comparison of heating and cooling loads for various saloon materials in the walls

مقایسه بارهای حرارتی و برودتی درها

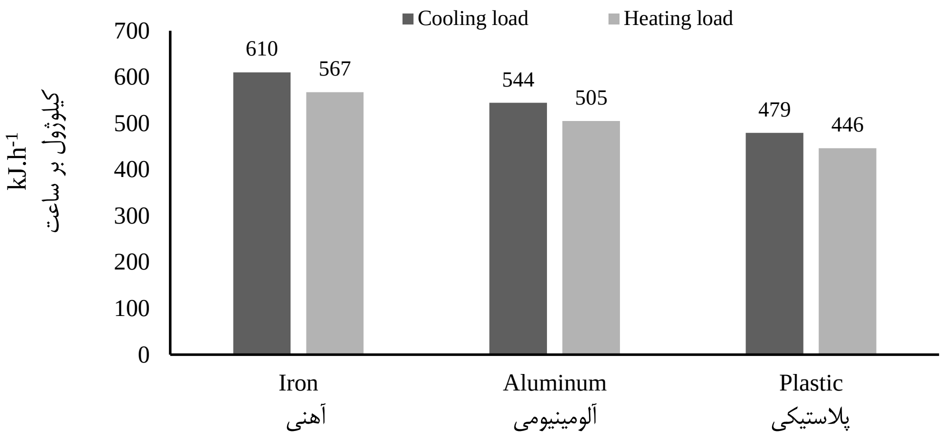
در بررسی وضعیت بارهای حرارتی و برودتی سالن‌های مختلف، تبادل حرارتی این درهای با جنس‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفت. در ساخت درهای سالن‌های مرغداری و پرورش از سه جنس آهنی، فایبرگلاس و آلومینیومی معمولاً استفاده می‌شود. نتایج نشان داد که درب آهنی دارای بیشترین بار حرارتی و بیشترین بار برودتی بوده و درب از جنس فایبرگلاس دارای کمترین بار حرارتی و بار برودتی می‌باشد (شکل ۳).



شکل ۳– مقایسه بار حرارتی و برودتی برای جنس درهای مختلف سالن مرغداری
Fig.3. Comparison of heating and cooling loads for the different types of poultry house doors

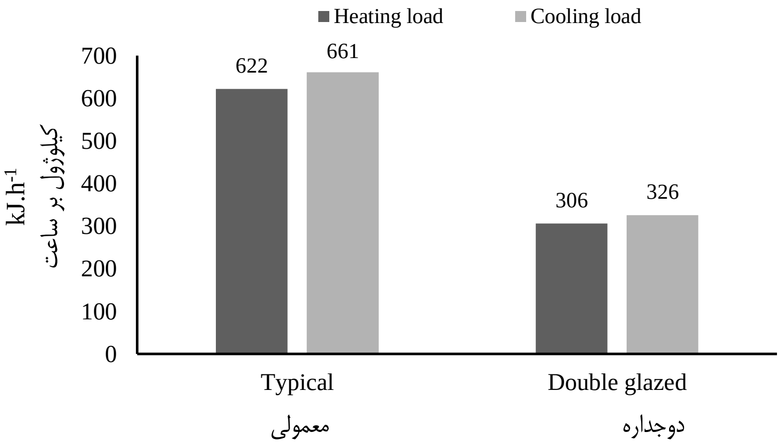
مقایسه بارهای حرارتی و برودتی پنجره‌ها

در مبحث پنجره‌ها نیز به مقایسه بار حرارتی و برودتی بر اساس تفاوت در جنس و مدل آن‌ها پرداخته شد. در بررسی تاثیر جنس پنجره‌ها بر بارهای حرارتی و برودتی، بر اساس شکل ۴ مشاهده گردید که پنجره‌های آهنی دارای بیشترین بار حرارتی و برودتی می‌باشند در حالی‌که پنجره‌های پلاستیکی دارای کمترین بار حرارتی و برودتی می‌باشند. با توجه به این‌که تقریباً یک پنجره با جنس‌های مختلف در یک رنج قیمتی قرار دارد و از لحاظ قیمتی تفاوت معنی‌داری ندارند، لذا انتخاب پنجره از جنس پلاستیک سبب اتلاف انرژی کمتری نسبت به سایر جنس‌ها می‌شود. امروزه از دو مدل پنجره در سالن‌های مرغداری و پرورش استفاده می‌شود که این مدل‌ها شامل پنجره‌های معمولی و پنجره‌های دوجداره می‌باشد. شکل ۵ مقادیر بارهای برودتی و حرارتی را برای این دو مدل نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بارهای برودتی و حرارتی در پنجرهای دوجداره به‌طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از پنجره‌های معمولی می‌باشد.



شکل ٤– مقایسه بار حرارتی و برودتی برای جنس‌های مختلف پنجره‌های مرغداری

Fig.4. Comparison of heating and cooling loads for different types of poultry house

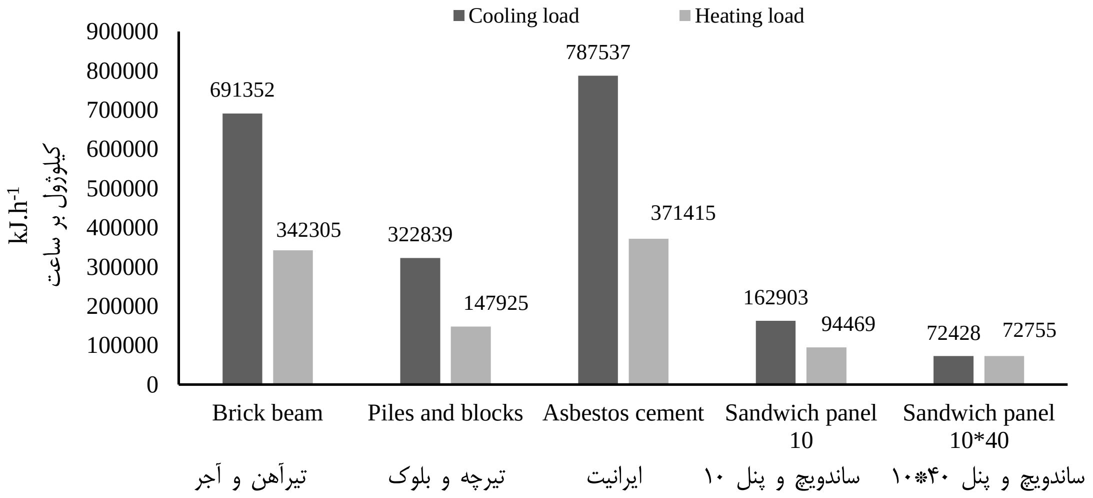


شکل ۵– مقایسه بار حرارتی و برودتی برای مدل پنجره‌ها

Fig.5. Comparison of heating and cooling loads for the windows model

مشخصات سقف سالن‌ها

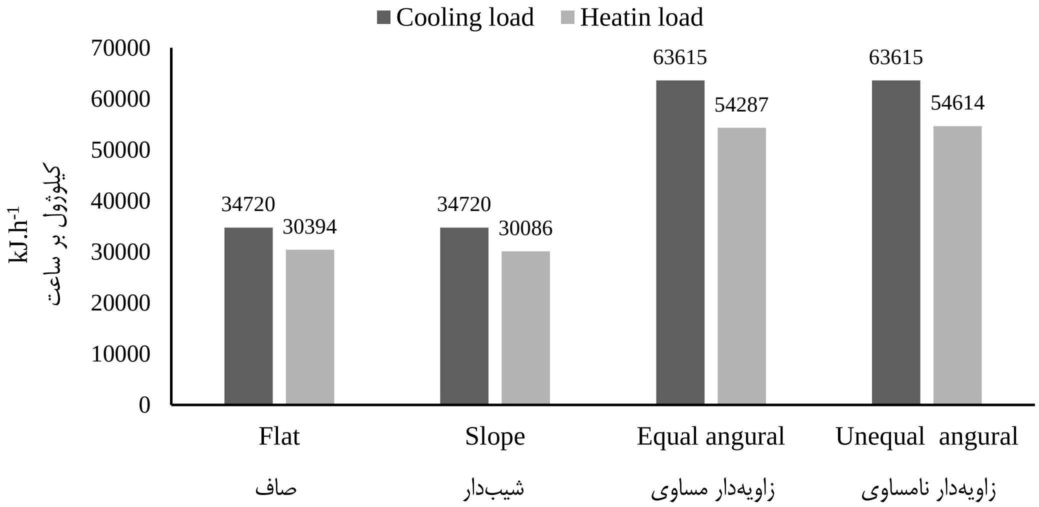
سقف سالن‌ها فضایی است که مقدار خیلی زیادی از تلفات انرژی از آن ناحیه انجام می‌گیرد. لذا انتخاب یک سقف مناسب سبب کاهش هرچه بیشتر تلفات انرژی در سالن‌های مرغداری می‌گردد. با توجه به شکل ۶ مشاهده می‌شود که سقف‌ها از جنس ایرانیت به دلیل عدم عایق‌کاری مناسب دارای بیشترین بار حرارتی به میزان ۳۷۱۴۱۶ کیلوژول بر ساعت و بیشترین بار برودتی به میزان ۷۸۷۵۳۵ کیلوژول بر ساعت می‌باشد، در حالی‌که سقف از جنس ساندویچ پنل به دلیل ضریب پایین انتقال حرارت دارای کمترین بار حرارتی به میزان ۷۲۷۵۶ کیلوژول در ساعت و کمترین بار برودتی به میزان ۷۲۴۲۹ کیلوژول در ساعت می‌باشد.



شکل ٦- مقایسه بارهای حرارتی و برودتی برای جنس سقف سالن‌های مرغداری

Fig.6. Comparison of heating and cooling loads for the ceiling of the poultry saloons

مقایسه بارهای حرارتی و برودتی برای انواع سقف‌ها در صورتی‌که از یک جنس مصالح باشند (در این نمونه ساندویچ پنل) نشان می‌دهد که سقف‌های زاویه‌دار با زاویه غیرمساوی دارای بیشترین بار حرارتی به میزان ۶۳۶۱۶ کیلوژول در ساعت و برودتی به میزان ۵۴۶۱۵ کیلوژول در ساعت می‌باشد، در حالی‌که سقف شیب‌دار یک‌طرفه با بار حرارتی ۳۴۷۲۱ کیلوژول در ساعت و برودتی ۳۰۰۸۶ کیلوژول در ساعت دارای کمترین بار حرارتی و برودتی می‌باشد (شکل ۷).



شکل ۷- مقایسه بار حرارتی و برودتی برای نوع سقف سالن

Fig.7. Comparison of heating and cooling loads for the type of roof

انتخاب سالن مرغداری

با توجه به مطالب ذکر شده در قسمت‌های قبلی، اجزای سالن با کمترین بارهای حرارتی و برودتی به‌عنوان سالن پیشنهادی معرفی گردید. (جدول ۱). در ادامه جهت تعیین مناسب‌ترین نوع سالن آن را با سالن‌های مرسوم در نقاط مختلف استان خوزستان از لحاظ میزان بار، هزینه تمام شده و مصرف انرژی مقایسه کرده و مناسب‌ترین نوع سالن، جهت اقلیم‌های مختلف استان خوزستان معرفی گردید. در این تحقیق تفاوت در نوع اجزای سالن مرغداری‌ها، جهت شناسایی عوامل

تاثیرگذار بر مصرف انرژی در پرورش مرغ، در نظر گرفته شد و سایر پارامترهای دخیل در انرژی مصرفی، از جمله جیره غذایی، نیروی انسانی، ضدعفونی، جوجه یک‌روزه، آب مصرفی و غیره در مرغداری‌ها به‌صورت ثابت و به یک میزان در نظر گرفته شد.

جدول ۱- مشخصات اجزای سالن پیشنهادی

Table 1- component properties of suggested saloon

ردیف Row	اجزای سالن Saloon components	مصالح و مدل Materials and type
1	کف Floor	ساخته شده از ملات سیمان Made from concrete
2	دیوار Wall	ساخته شده از ساندویچ پنل به رنگ سفید Made from white panel sandwich
3	در Door	مدل یک لتی فایبرگلاس Fiberglass model
4	پنجره Window	دو جداره با فریم پلاستیکی Double glazed with plastic frame
5	سقف Roof	ساخته شده از دوسقف ساندویچ پنل ۱۰ و ۴ به شیوه زاویه‌دار یک‌طرفه به رنگ سفید Made from double-roof sandwich panels 10 and 4 with one-sided angled and white color

در مقایسه بار حرارتی سالن‌های مورد مطالعه، مشاهده می‌شود که سالن‌های بلوکی با ۸۹۱۵۲۵ کیلوژول در ساعت بیشترین بار حرارتی را دارا می‌باشند و سالن‌های پیشنهاد شده در این تحقیق با ۳۰۹۰۶۸ کیلوژول در ساعت کمترین بار حرارتی را داشتند (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه بار حرارتی سالن و مصالح سالن‌های مرسوم با سالن پیشنهادی

Table 2- Comparison of heating load of components in common saloons and suggested saloon

ردیف Row	اجزای سالن Saloon components	بار حرارتی Heating load ($kJ\ h^{-1}$) آجری Brick	 بلوکی Block	 پنل مرسوم Common panel	 سالن توصیه شده Suggested saloon
1	کف Floor	-	15896	15896	15896
2	دیوار Wall	293368	429356	116873	116873
3	در Door	1210	1210	1067	1046
4	پنجره Window	567	567	505	307
5	رنگ Color	102190	102190	102190	102190
6	سقف Roof	149925	342605	94470	72755
کل بار حرارتی Total heating load		470717	891525	331001	309068

در مقایسه بار برودتی سالن‌های مورد مطالعه، مشاهده می‌شود که سالن‌های بلوکی با ۱۶۰۴۸۲۸ کیلوژول در ساعت بیشترین بار برودتی و سالن‌های معرفی شده در این تحقیق با ۳۳۰۷۹۵ کیلوژول در ساعت کمترین بار برودتی را داشتند (جدول ۳). شکل ۸ مقایسه بارهای حرارتی و برودتی برای سالن‌های مرسوم و پیشنهادی را نشان می‌دهد.

مقایسه اقتصادی سالن‌های مرغداری مورد مطالعه

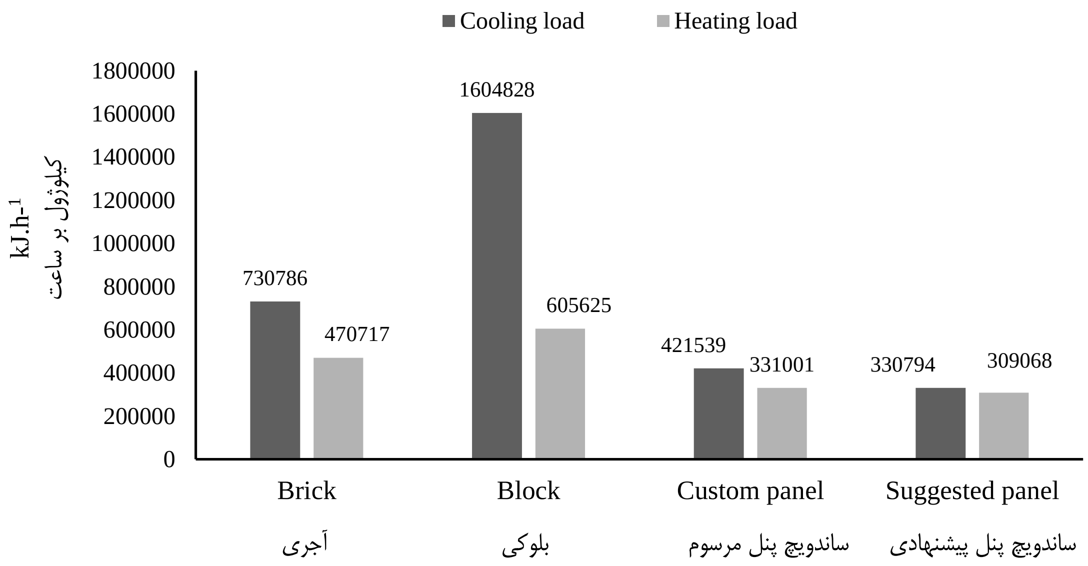
جهت مقایسه هزینه‌های نهایی ساخت انواع سالن، ابعاد همه سالن‌های مورد بررسی به اندازه ۱۶×۸۵×۲/۸ در نظر گرفته شد. در ساخت سالن آجری از سقف مرسوم تیرچه و بلوک و در نوع سالن بلوکی از سقف آجری استفاده شده بود. در نوع پنل مرسوم از سقف ساندویچ پنل با ضخامت ۱۰ به شیوه صاف (معمولی مثل هر دو سالن آجری و بلوکی) به متراژ ۱۳۶۰ متر مربع استفاده شده بود. در ساخت سالن پیشنهادی در این پژوهش به دلیل دارا بودن سقف زاویه‌دار یک‌طرفه این متراژ به ۱۴۰۲ متر مربع افزایش پیدا کرد. دیوارها نیز

به‌ترتیب براساس نام سالن‌ها یعنـی آجـری، بلـوکی و سـاندویچ پنـل می‌باشند، که در انواع آجری و بلوکی از داخل کاشی کاری و از بیرون پلاستر سیمان و رنگ‌آمیزی انجام گرفته بود، متراژ دیوارهـا نیـز ۵۶۵ متر مربع در نظر گرفته شد. تقریباً کف همه سالن‌هـای مـورد مطالعـه نیز از ملات سیمان و ماسه استفاده شده بـود. تعـداد درهـا ۴ در نظر گرفته شد که برای سالن آجری از جنس آهنی یک‌لتـی، بـرای سـالن بلوکی از جنس آهنـی یـک‌لتـی، بـرای پنـل‌هـای مرسـوم از جـنس آلومینیومی کشویی و برای سالن توصـیه شـده از جـنس فـایبرگلاس یک لتی بودند. پنجره‌ها برای سالن آجـری و بلـوکی از جـنس فلـزی (آهنی) و برای سالن‌هایی از جنس پنل مرسوم جنس آلومینیوم و برای سالن توصیه شده از جنس پلاستیک می‌باشند. سایر هزینـه‌هـا بـرای همه سالن ها ۱۰ درصد از کل هزینه‌های ساخت در نظر گرفتـه شـد.

جدول ۳– مقایسه بار برودتی سالن و مصالح سالن‌های مرسوم با سالن پیشنهادی

Table 3- Comparison of cooling load of components in common saloons and suggested saloon

ردیف **Row**	اجزای سالن **Saloon components**	بار برودتی **Cooling load (kJ.h^{-1})**			
		آجری **Brick**	بلوکی **Block**	پنل مرسوم **Common panel**	سالن توصیه شده **Suggested saloon**
1	کف Floor	39061	39061	39061	39061
2	دیوار Wall	364124	658356	12365	12365
3	در Door	1288	1288	1158	1105
4	پنجره Window	611	611	544	327
5	رنگ Color	10862	11807	94253	94253
6	سقف Roof	322839	787535	162903	72429
	کل بار برودتی Total cooling load	738786	1604828	421539	330795



شکل ۸– مقایسه بار حرارتی و برودتی برای مرغداری‌های مختلف

Fig.8. Comparison of heating and cooling loads for different poultry saloons

جدول ٤- مقایسه هزینه مصالح سالن‌های مرسوم با سالن پیشنهادی (میلیون تومان)

Table 4- Comparison of the cost of components in common saloons with a suggested saloon

ردیف Row	اجزای سالن Saloon components	مدل سالن Type of saloon			
		آجری Brick	بلوکی Block	پنل مرسوم Typical panel	سالن توصیه شده Suggested
1	کف Floor	10.2	10.2	10.2	10.2
2	دیوار Wall	51	42.4	65	65
3	در Door	3.5	3.5	3	3
4	پنجره Window	4	4	4.5	6
5	سقف Roof	176.8	129.2	122.4	193.3
6	رنگ Color	5.1	5.1	0	0
7	سایر Others	25	19	20	27
	هزینه کل Total cost	275.6	213.4	225.1	304.5

در جدول ۴ مشاهده می‌شود که ساخت سالن پنـل پیشـنهادی در این تحقیق در حدود ۳۰۴/۵ میلیون تومان هزینه در بر دارد و از ایـن لحاظ دارای بیشترین میزان هزینه می‌باشد و سـالن بلـوکی کمتـرین هزینه ساخت به میزان ۲۱۳/۴ میلیون تومان مـی‌باشـد. همچنـین در این تحقیق بـه مقایسـه میـانگین بارهـای حرارتـی و برودتـی سـالن پیشنهادی و سالن آجری در استان پرداخته شد. علـت انتخـاب سـالن آجری برای مقایسه این است که این سالن در استان مرسوم‌تر است و بیشتر مرغداران از این سالن‌ها استفاده می‌کنند. بـا توجـه بـه قیمـت ساخت سالن‌ها تفاوت قیمتی معادل ۹/ ۲۸ میلیون تومان بـین سـالن پیشنهادی و سالن آجری وجود دارد و از طرفی میانگین بار سرمایشـی و گرمایشی مورد نیاز این دو سالن نیز در جدول ۵ قابل مشاهده است.

جدول ۵- میانگین بار مورد نیاز سالن پیشنهادی و آجری در استان

Table 5- Average required load for the brick saloon and suggested saloon

بار Load	آجری Brick	پنل پیشنهادی Suggested panel
میانگین بار گرمایی Average heading load	847608	610791
میانگین بار سرمایی Average cooling load	3878624	3386231

با توجه به این که حرارت سالن‌ها از طریق گاز طبیعی یا گازوئیل، و برودت آن‌ها نیز بـا اسـتفاده از مصـرف انـرژی الکتریسـیته تـامین می‌شود، لذا به مقایسه مصرف برق و سـوخت در مرغـداری آجـری و پیشنهادی پرداخته شد. با توجـه بـه جـدول ۵ مشـاهده مـی‌شـود در صورتی‌که به جای سالن‌های آجری، از سـالن پیشـنهاد شـده در ایـن تحقیق استفاده گردد از تلف شـدن ۲۳۶۸۱۷ کیلـوژول در سـاعت، در بعد حرارتی و ۴۹۲۳۹۳ کیلـوژول در سـاعت، انـرژی در بعـد برودتـی صرفه‌جویی می‌گردد. مقدار صرفه‌جویی در یک شـبانه روز بـرای بـار حرارتی معادل ۵۶۸۸ مگاژول است. با در نظر گـرفتن ارزش حرارتـی گازوئیل که معادل ۳۸ مگاژول است و تقسیم انـرژی ذخیـره شـده در بعد حرارتی بر ارزش حرارتی یک لیتر گازوئیل معادل میزان گازوئیـل ذخیره شده در یک روز به‌دست می‌آید که در اینجا ۱۴۹/۷ لیتر در روز می‌باشد. از طرفی با توجه به هزینه ۳۰۰ تومـانی هـر لیتـر گازوئیـل، درآمد طرح برای یک روز معادل ۴۴.۹۰۵ تومان اسـت. بـا توجـه بـه این‌که مرغداران در استان تقریبـاً ۵ دوره پـرورش در سـال دارنـد در صورتی‌که فرض شود تنها ۵۰ روز مداوم از سیستم گرمایشی اسـتفاده شود عددی معادل ۲,۲۴۵,۰۰۰ تومان انرژی حرارتی ذخیره خواهد شد و این در حالی‌است که راندمان حرارتی وسایل گرمایشی، ۱۰۰ درصـد

در نظر گرفته شده است که در عمل این راندمان کمتر است، بنابراین مقدار این مبلغ بیشتر خواهد بود. در برخی از موارد که اطلاعات مربوط به میزان برق و سوخت مصرفی در مرغداری‌ها موجود بود، نتایج نرم‌افزار با نتایج واقعی مقایسه گردید. نتایج نشان داد که میانگین خطای به‌دست آمده کمتر از ۷ درصد بود و نتایج نرم‌افزار تقریباً قابل‌قبول می‌باشد.

در بعد برودتی نیز هر وات‌ساعت معادل ۳۶۰۰ ژول است که با تبدیل ۵۲۱ مگاژول، عددی معادل ۳۴۷۳ کیلووات‌ساعت، در روز صرفه‌جویی می‌شود. با توجه به قیمت برق در مرغداری‌ها که معادل ۲۷/۳ تومان به ازای هر کیلووات‌ساعت است و با فرض این‌که سیستم سرمایشی ۱۰۰ روز مداوم در سال کار کند هزینه صرفه‌جویی شده در این قسمت ۹۴,۸۱۳,۰۰۰ تومان در سال است. مجموع هزینه‌های صرفه‌جویی شده طرح در سال ۱۱,۷۲۶,۰۰۰ تومان است. باید توجه نمود که این مبلغ با در نظر گرفتن قیمت پایین سوخت به‌دست آمده است و در صورت اعمال قیمت واقعی این مبلغ بیشتر نیز خواهد شد. اگر اختلاف هزینه ساخت دو سالن مورد بحث را بر هزینه اختلاف مصرف انرژی آن‌ها تقسیم کنیم ۲/۴۶ سال که معادل ۲ سال و ۵ ماه است، طول می‌کشد تا اضافه هزینه ساخت سالن مستهلک شود و پس از آن سوددهی طرح شروع می‌شود.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، تاثیر اجزای مختلف سالن‌های مرغداری رایج در استان خوزستان (آجری، بلوکی و پنل مرسوم) بر بارهای حرارتی و برودتی مورد بررسی قرار گرفت و اجزای دارای کمترین بارهای حرارتی و برودتی به‌عنوان اجزای سالن بهینه از نظر مصرف انرژی پیشنهاد گردید. در مقایسه بار حرارتی سالن‌های مورد مطالعه، مشاهده می‌شود که سالن‌های بلوکی با ۸۹۱۵۲۵ کیلوژول در ساعت بیشترین بار حرارتی و سالن‌های پیشنهاد شده در این تحقیق با ۳۰۹۰۶۸ کیلوژول در ساعت کمترین بار حرارتی را داشتند. همچنین سالن‌های بلوکی با ۱۶۰۴۸۲۸ کیلوژول در ساعت بیشترین بار برودتی و سالن‌های معرفی شده در این تحقیق با ۳۳۰۷۹۵ کیلوژول در ساعت کمترین بار برودتی را داشتند. به‌طور کلی مقادیر بارهای حرارتی و برودتی برای سالن پیشنهادی نسبت به نوع بلوکی و آجری به‌ترتیب ۲۹/۶ و ۱۸/۲۴ درصد کمتر بود. تفاوت هزینه ساخت سالن پیشنهادی و آجری (مرسوم‌ترین سالن در استان) معادل ۲۸/۹ میلیون تومان بود که با مقایسه تفاوت هزینه انرژی مصرفی در آن‌ها (۱۱/۷۲۶ میلیون) این مبلغ پس از ۲ سال و ۵ ماه و ۱۶ روز قابل جبران بوده و از آن به بعد به‌عنوان سود سرمایه‌گذاری به‌حساب می‌آید.

References

1. AlQdah, K. 2010. Potential opportunities for energy savings in a Jordanian poultry company. Energy Conversion and Management 51: 1651-1655.
2. Bagi, M. 2015. Principles and breeding of broiler chickens. Marze Danesh. Tehran. (In Farsi).
3. Eskandar, M., H. Bakhoda, and M. Almasi. 2015. Economic study of broiler chickens in Ardebil. in International Conference on Economics and Management of Agricultural Sciences. Anzali. (In Farsi).
4. Hasani, A., M. Hir, and S. Farhang. 2013. Measuring Iranian provinces efficiency in meaty poultry production by use of Data Envelopment Analysis. International Research Journal of Applied and Basic Sciences 4: 3338-3346 (In Farsi).
5. Jafarian, M., H. Sadrneya, M. H. Aghkhani, and B. Safari. 2010. The Effect of Heat Damage in Poultry Using the Basic Equations (A Case Study of School of Agriculture of Ferdowsi University of Mashhad). Sixth National Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization. Tehran, Iran. (In Farsi).
6. Karbassi, A. R., H. Jafari, A. Naghikhani, and M. Ramezani. 2015. simulation of Energy Consumption by HVAC systems in a building located in Tehran and comparative study on impacts of orientation and windows sizes on energy consumption. International Conferences of Emerging Trends in energy coservation. Tehran, Iran. (In Farsi).
7. Kochakzadeh, A., and B. Tajari. 2015. Control of energy consumption in poultry industry. in Emerging Trends in Energy Conservation 4rd Conference. Tehran. (In Farsi).
8. Kythreotou, N., S. A. Tassou, and G. Florides. 2011. The contribution of direct energy use for livestock breeding to the greenhouse gases emissions of Cyprus. Energy 36: 6090-6097.
9. Lotfipour, M. S. 2008. Laying Chicken Breeding. Marze Danesh. Tehran. (In Farsi).
10. Mostashari Mohases, M. 2017. Principles of designing broiler chickens in accordance with new breeding methods and minimum energy losses. Agricultural Research, Training and Promotion Organization. (In Farsi).
11. Payandeh, Z., K. Kheiralipour, and M. Karimi. 2016. Evaluation of energy efficiency of broiler production farms using data envelopment analysis technique, case study: Isfahan Province. Iranian Journal of Biosystem Engineering 47: 577-585. (In Farsi).
12. Rajaniemi, M., and J. Ahokas. 2012. A case study of energy consumption measurement system in broiler production. Agronomy Research Biosystem Engineering Special. (In Farsi).

13. Sadrnia, H., M. Khojastehpour, H. Aghel, and A. Saiedi Rashk Olya. 2017. Analysis of different inputs share and determination of energy Indices in broilers production in Mashhad city. Journal of Agricultural Machinery 7: 285-297. (In Farsi).
14. Schwab, M., and C. Simonson. 2004. Review of building energy simulation tools that include moisture storage in building materials and HVAC systems. Draft Report IEA Annex 41.
15. Shekoohi Dehkordi, K. and M. Farhadian. 2017. Investigating the effect of Atrium-related Green Roof Cooling and Heating loads on Energy Management in Pedagogical Spaces in Cold Climate. Journal of Environmental Science and Technology 19: 573-583. (In Farsi).
16. Swan, L. G., and V. I. Ugursal. 2009. Modeling of end-use energy consumption in the residential sector: A review of modeling techniques. Renewable and Sustainable Energy Reviews 13: 1819-1835.
17. Vahedi, A., and M. Younesi Almoti. 2017. Determinination of Energy Indices of Broiler Units in Alborz province. Agricultural Mechanization and Systems Research 17: 41-54. (In Farsi).
18. Valade, R. E. 2009. Development and verification of a simplified building energy model. Georgia Institute of Technology.
19. Wang, Y., W. Zheng, H. Shi, and B. Li. 2018. Optimising the design of confined laying hen house insulation requirements in cold climates without using supplementary heat. Biosystems Engineering 174: 282-294.
20. Zanganeh, M., G. Haydari nejad, and S. Delfani. 2009. Determination of the amount of refrigerated load of the building using thermal comfort calculations and comparison with Karir software. 7th Annual Conference of Mechanical Engineering. Tehran, Iran. (In Farsi).

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 10, No. 2, Fall- Winter 2020, p. 361-373

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۹، ص ۳۷۳-۳۶۱

Selection of The Most Suitable Type of Poultry Saloon in terms of Energy Consumption in Khuzestan Province

H. Vakili[1], M. Kiani Deh Kiani[2*], M. Changizian[3]

Received: 15-12-2018
Accepted: 25-05-2019

Introduction

According to the importance of energy and the impact of this input on the final price of a product, selection of materials and components of poultry saloons is very important. Poultry saloons are divided into two types: open saloons and closed saloons. In closed saloons, the choice of materials and components of the saloon (door, window, etc.) are more sensitive than the open type. Due to the climatic conditions of Khuzestan province, all of the used saloons in this province are almost closed. Poultry farms in Khuzestan province have a lot of cooling load in the warm seasons. If the materials and components of the saloons are not chosen properly, energy losses increase, and as a result, the price of meat increases. Therefore, investigating of heating and cooling loads of saloons and use of suitable components to prevent energy losses is necessary. Energy modeling of saloons and buildings is done by various software (Plast Energy, Design Builder, Trnsys, etc.). One of the most efficient and precise of this software is Carrier.

Materials and Methods

This study was conducted to calculate heating and cooling loads in different climates of Khuzestan province. In this research, the cities of Izeh, Shoosh, Abadan and Andimeshk were selected as corresponding to different climates in the province.

Required data for software was collected in three categories: (a) Weather data (geographic information, location of the saloon, local time zone and local soil specifications), (b) Data about the physical properties of the building (general specifications of the space, internal sources of heat production (personslabors, poultry, equipment), (c) Specifications of walls, floor, windows and doors, ceiling and lighters, (d) Infiltration of air, (e) Systems, and (f) Information on power and fuel consumption.

In this research, a rectangular saloon with dimensions of 85×16 meter was considered for all three types of conventional saloons in the province (block, brick and panel), which are the common dimensions and the capacity of these saloons is 20,000 broiler chickens. In this study, Carrier software was used to calculate heating and cooling loads. The results of software were verified by the amount of fuel and power consumption.

Results and Discussion

The sand and soil floors had the highest cooling load by 48828 and 53012 kJ h^{-1}, respectively, while concrete and mosaic floors had lower cooling load than them. The heating load of these two floors (3906 kJ h^{-1}) was less than that in the sand and soil floors. Concrete floor had better conditions to choose because of the less cost than the mosaic floor.

Comparison of heating and cooling loads in different types of walls made of various materials showed that the block wall had the highest heating load of 429356 kJ h^{-1} and the highest cooling load by 658356 kJ h^{-1}, while the sandwich panel wall had the lowest heating load by 116873 kJ h^{-1} and the lowest cooling load by 123618 kJ h^{-1}.

Three types of doors are commonly used in poultry houses: iron, fiberglass and aluminum. The results showed that the iron and fiberglass doors had the highest and lowest heating and cooling loads, respectively. The investigation of the effect of different types of windows on heating and cooling loads showed that iron and plastic windows had the highest and lowest heating and cooling loads, respectively. The results showed that Irannait ceiling had the highest heating and cooling loads by 371416 kJ h^{-1} and 787535 kJ h^{-1}, respectively, while the ceiling made of sandwich panel had the lowest heating and cooling loads by 72756 kJ h^{-1} and 72429 kJ h^{-1}, respectively, because of low heat transfer coefficient.

Comparison of heating load of the saloons showed that the block saloon had the highest heating load by 891525 kJ h^{-1} and the suggested saloon in this study had the lowest heating load by 309068 kJ h^{-1}. The block and suggested saloons also had the highest and lowest cooling loads by 1604828 kJ h^{-1} and 330795 kJ h^{-1}, respectively.

1- MSc. graduated, Biosystem Engineering Department, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2- Assistant Professor, Biosystem Engineering Department, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
3- Assistant Professor, Mechanical Engineering Department, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
(*- Corresponding Author Email: m.kiani@scu.ac.ir)

Conclusions

The amount of heating and cooling loads for suggested saloon were 29.6% and 18.24% lower than that of brick and block saloons, respectively. The difference in the cost of constructing suggested and brick (the most common saloon in the province) saloons was 28.9 million tomans. By considering the difference in the cost of energy consumption of them (11.726 million tomans), this amount will be compensated after 2 years and 5 months and then will be returned on investment.

Keywords: Building components, Carrier software, Cooling load, Economic comparison, Heating load